

# LAS METÁFORAS Y LOS MODELOS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

José Antonio Chamizo Guerrero  
*Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.*  
chamizo@unam.mx.

Mariana Muñoz Galván  
*Instituto de Educación Media Superior del Distrito Federal, México.*

## OBJETIVOS

Establecer una relación clara y explícita entre las metáforas y los modelos para su uso en la enseñanza de las ciencias

## MARCO TEÓRICO

Las metáforas han estado presentes de una u otra forma a lo largo de la historia de las ciencias y han desempeñado un papel importante en el lenguaje descriptivo empleado en los libros de divulgación de las ciencias y de enseñanza de las mismas. Como lo ha indicado el Premio Nobel de Química R. Hoffman (1993, p. 213):

Los científicos piensan en términos de una metáfora o su imagen básica y solamente después de explorar y de pensar las relaciones implicadas en ella utilizan un formato analógico explícito para su desciframiento.

Por otra parte, en el ámbito de la ciencia escolar, las metáforas han sido utilizadas con diversos fines de investigación, dentro de un marco de reflexión pedagógica sobre su uso en la enseñanza de la química (Raviolo, 2009), en estrategias de enseñanza-aprendizaje (Duit, 1991; Oliva, 2004), para conceptualizar los procesos que se dan en el aula (Marshall, 1990), como alternativa didáctica para la enseñanza de las ciencias (Gordillo, 2003), para desarrollar el conocimiento profesional de los profesores (Munby, 1990), para cambiar sus creencias sobre la enseñanza (Tobin, 1990), para estudiar las concepciones sobre el aprendizaje en estudiantes (Thomas, 1999) y de profesores (Aparicio, 2006). Más aún se ha considerado que las metáforas además de poseer cualidades estéticas y retóricas, también poseen funciones heurísticas y didácticas (Palma, 2008), y en este sentido tienen un valor cognoscitivo en sí mismas. Esto se debe a que generalmente los docentes hablan acerca de las ciencias a través de las metáforas, pero también los estudiantes articulan y construyen su conocimiento acerca de los hallazgos científicos gracias a ellas.

Así, la característica más sobresaliente de las metáforas es que pueden formar parte natural de la explicación, debido a que nos permiten expresar conceptos o ideas que son difíciles de enunciar por medio del lenguaje disciplinar. Dada la limitación que en ocasiones poseen los docentes para traducir sus pensamientos en palabras, es posible que esta “transferencia o traslado de sentido”, propio de las metáforas ayuda a expresar de mejor manera aquello que de otra forma es difícil de verbalizar (Aparicio, 2006).

---

Las metáforas no han sido bien recibidas por muchos filósofos, científicos y profesores. Así durante el siglo XX los filósofos lógico-positivistas rechazaron el uso de las metáforas por suponer que pertenecen al lenguaje emotivo, que no indican nada sobre la realidad y que más bien lo hacen sobre el estado psicológico del que habla. Los docentes aprendieron esta postura por lo que la importancia de la herencia del pensamiento del Círculo de Viena, sigue presente en muchos de nuestros cursos (Van Berkel, 2000).

Contra esta herencia se han manifestado radicalmente Lakoffy Johnson cuando sostienen que prácticamente todo el lenguaje es metafórico (Lakoff, 1986, p. 39):

Para la mayoría de la gente, la metáfora es un recurso de la imaginación poética, y los ademanes retóricos, una cuestión de lenguaje extraordinario más que ordinario... Por esta razón, la mayoría de la gente piensa que puede arreglárselas perfectamente sin metáforas. Nosotros hemos llegado a la conclusión de que la metáfora, por el contrario, impregna la vida cotidiana, no solamente el lenguaje, sino también el pensamiento y la acción.

Esta proposición es opuesta a la presentada por los positivistas lógicos, ya que brinda a la metáfora un sentido muy amplio. Por ello, rigurosamente aplicada, la vuelve poco útil en la enseñanza, una vez que resulta ser el lenguaje mismo.

La postura que aquí se defiende, de acuerdo con Bailer-Jones (2002) y cercana a la de Black (1970) es intermedia entre las del positivismo lógico y la de Lakoff, una vez que, como se discutirá más adelante, consideramos que muchos modelos son metafóricos, ya que sintetizan formas de comprender la realidad y cuyo valor cognitivo reside en que nos recuerda que el mundo podría haber sido recortado de otra manera (Palma, 2008).

## METODOLOGÍA

Hemos ampliado la definición previa (Chamizo, 2011) de los modelos para incorporar en ella de manera explícita su tipología. De ésta es posible identificar posteriormente las metáforas. Así tenemos que :

Los modelos (m) son representaciones internas o externas, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo (M), con un objetivo específico.

Los modelos (m) son representaciones, basadas generalmente en analogías (Clement, 2008). Así pueden ser semejantes a esa porción del mundo que representan, aunque generalmente son más sencillos, pero no por entero, de manera que pueden derivar hipótesis (y/o predicciones) del mismo y someterlas a prueba. Los resultados de las pruebas dan nueva información sobre el modelo. Los modelos pueden ser: internos o externos. En el presente trabajo se discutirán únicamente los modelos externos, que son a los que tenemos acceso empírico y han sido construidos para comunicarse con otros individuos. Los modelos externos pueden ser a su vez: Simbólicos; Experimentales o Icónicos.

Los modelos externos son los modelos internos expresados (Gilbert, 2000) a través de un lenguaje específico, como el de las matemáticas o la química. Hablamos entonces de modelos externos simbólicos y que son, cuando los símbolos corresponden a las matemáticas, aquellas ecuaciones construidas para describir precisamente la porción del mundo que se está modelando. Otro ejemplo de modelo externo simbólico es con el que los químicos representamos elementos, compuestos y reacciones (Hoffmann, 1991).

Los modelos externos también pueden ser experimentales (Harre, 2009) como las ratas macho Sprague-Dawley que se utilizan de manera estandarizada en las investigaciones biomédicas para modelar enfermedades o la acción de posibles remedios para las mismas. Algunos de los modelos externos

experimentales, en particular aquellos derivados del experimento químico pueden modificar el mundo real (Chamizo, 2010).

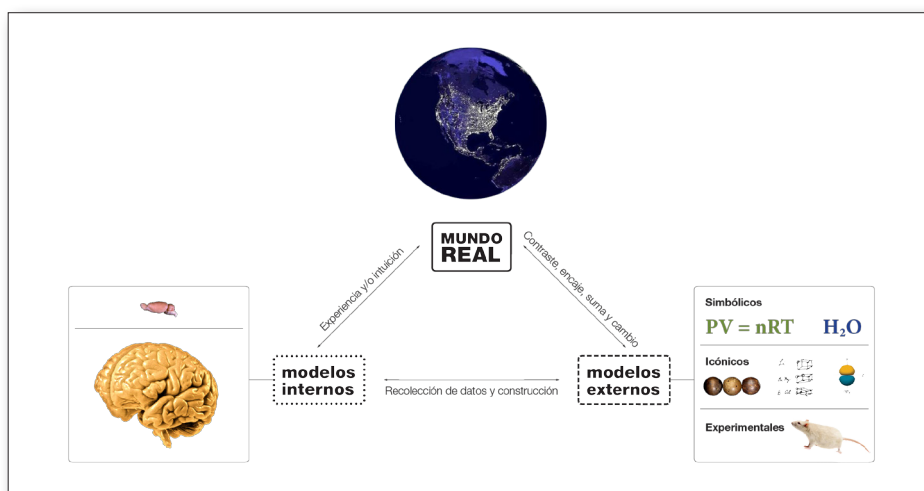


Fig. 1. El complejo y diverso “mundo real” del cual, a través del proceso de modelaje (en flechas), se construyen en un inicio modelos internos y posteriormente modelos externos.

Los modelos externos pueden ser también icónicos (imágenes o diagramas) como un mapa, (Tversky, 2005). Aquí hay que separar que mientras las imágenes (como las fotografías en su caso más extremo) son iconos unívocos, los diagramas (como tantos que aparecen en los libros de texto) son iconos análogos. Pues bien, un tipo de modelo externo icónico lo constituye la metáfora, que a diferencia de las imágenes, o diagramas que establecen una relación de semejanza con una determinada porción del mundo (M), con ella se establece una relación de equívoca igualdad. Resumiendo lo anterior y de acuerdo con algunas de las ideas expresadas por Peirce (1966) y Beauchot (2007), reconocemos que los modelos externos icónicos pueden ser a su vez: imágenes, diagramas o metáforas

En la enseñanza de la química se debe rescatar el papel positivo y productivo que poseen las metáforas para explicar conceptos, ideas y entidades abstractas, debido a que se identifican como recursos del lenguaje, empleados para el desarrollo de definiciones convencionales de las causas y efectos químicos y de sistemas para describir a las sustancias. Por consiguiente, la importancia de las metáforas en la enseñanza de la química radica en que sugieren relaciones entre diversas partes del mundo químico, que generalmente se nos escapan y que en su concreción como modelos externos permiten explorar, Tabla 1.

Tabla 1.  
Algunas metáforas empleadas en la enseñanza de la química (Beall, 1999).

Enunciado	Metáfora
La nube electrónica rodea al núcleo del átomo	El electrón es como una nube
Los electrones giran sobre su propio eje	Los electrones son trompos
La energía de activación es la barrera al cambio de reactivos en productos	La energía de activación es un obstáculo
Una batería de automóvil acumula energía	La batería del automóvil es un recipiente
Las moléculas de un gas rebotan al chocar con las paredes del recipiente que las contiene	Las moléculas de un gas son pelotas

---

Sin tener claridad de lo que son, desde hace mucho tiempo, se ha reconocido que lo que aquí identificamos como modelos externos icónicos (las imágenes y los diagramas), junto con las metáforas facilitan el aprendizaje. Como lo ha indicado (Bhushan, 1995, p. 579):

El aspecto metafórico del modelo reside en que los estudiantes puedan entenderlo. Lo anterior en buena medida por el uso, en la metáfora, del lenguaje ordinario, mientras que los modelos requieren de un lenguaje especializado.

Su uso pedagógico está ampliamente extendido debido a que se recuerdan y comprenden más fácilmente, se asume simplistamente que no necesitan decodificación, motivan a los estudiantes y mejoran su atención (Matus, 2008). Sin embargo el uso de las metáforas no es fácil. En una investigación sobre la enseñanza de la química Beall (1999) concluye que las metáforas, además de ser poderosos instrumentos del lenguaje, deben utilizarse conscientemente con cuidado (esto es porque la mayoría de los docentes ignoran que las están utilizando), para no incurrir en confusiones. Por ello hay que identificarlas claramente como modelos externos icónicos. Considerando esta llamada de precaución en cuanto a su uso que parte en buena medida de la ignorancia de muchos profesores del lenguaje que están utilizando, hay una premisa fundamental que debe anteponerse en cualquier actividad docente, las metáforas permiten pensar el mundo en su abrumadora complejidad y no a aceptarlo como una retórica de conclusiones (Schwab, 1962), o como una verdad revelada (Woolley, 1985), asunto que lamentablemente muchos profesores de química y de las otras ciencias, continúan haciendo.

## CONCLUSIONES

En la nueva definición de los modelos reconocemos que las metáforas son modelos externos icónicos. Por ello a través de las metáforas también es posible conocer el mundo real. Por otro lado en el ámbito de la enseñanza de la química, las metáforas son útiles para expresar socialmente conceptos e ideas abstractas y difíciles. El uso común en la metáfora del lenguaje ordinario, facilita “asomarse” a lo que se desea estudiar, mientras que generalmente los modelos requieren de un lenguaje especializado. Para potenciar sus ventajas los profesores deben saber que las están utilizando como modelos externos icónicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio, A. y Pozo J.I.(2006). De fotógrafos a directores de orquesta: las metáforas desde las que los profesores conciben el aprendizaje. En J.I. Pozo, N. Scheuer, M.P. Pérez, M. Mateos, E. Martín y M. De la Cruz. *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de los profesores y los alumnos*. (pp. 265-272). Barcelona: Editorial Graó.
- Bailar-Jones, D. (2002). Models, Metaphors and Analogies. Machamer P. and Silbestein M. *Philosophy of Science*. Oxford:BlackwellPublishers.
- Beuchot, M. (2007). *Interpretación, analogía e iconicidad*. Lizardo D. (coord). Semántica de las imágenes. México: Siglo XXI.
- Beall, H. (1999). TheUbiquitousMetaphors of ChemistryTeaching. *Journal of ChemicalEducation*, 76, 366-368.
- Bhushan N. y S. Rosenfeld (1995). Methaphoricalmodels in Chemistry. *Journal of ChemicalEducation*, 72, 578-582.
- Black, M. (1970). *Modelos y metáforas*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Chamizo, J.A. (2010). TheChemicalExperiment. *TheSummerSymposium*. Oxford: International SocietyforthePhilosophy of Chemistry.

- 
- Chamizo, J.A. (2011) A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching *Science & Education*, published on line 01 November.
- Clement, J.J. (2008). *Creative Model Construction in Scientists and Students*. New York: Springer.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75, 6, 649-672.
- Gilbert, J.; Boulter C. and R. Elemer (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In J. K. Gilbert and C.J. Boulter (eds.). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer.
- Gordillo, M.M. (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de la ciencia. *Revista electrónica para la enseñanza de las ciencias*, 2, 3, 377 -398.
- Harré, R. (2009). *Pavlov's Dogs and Schroedinger's Cat*. Oxford: Oxford University Press.
- Hoffman, R.; Cochran, E. y J. Nead (1994). Cognitive metaphors in experimental psychology. David E. Leary (Eds.). *Metaphors in the history of psychology*. York: Cambridge University New Press.
- Hoffmann, R. and P. Lazlo (1991). Representation in Chemistry. *Angew Chem. Int. Ed. Engl.* 30, 1-16.
- Lakoff, G. y Johnson M. (1986). *Metáforas de la vida cotidiana*. Madrid: Cátedra.
- Marshall, H. (1990). Beyond the workplace metaphor: Toward conceptualizing the classroom as a learning setting. *Theory into Practice*, 29, 2, 94-101.
- Matus, L.; Benarroch, A. y J. Perales (2008). Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 26, 2, 153-176.
- Munby, H. (1999). The metaphor in the study of teachers professional knowledge. *Theory into Practice*, 29, 2, 116-121.
- Oliva, J. (2004). El papel del razonamiento analógico en la construcción histórica de la noción de fuerza gravitatoria y del modelo del sistema solar: Primera parte. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 1, 1, 30-43.
- Palma H.A. (2008). *Metáforas y modelos científicos: El lenguaje en la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Peirce, C.S. (1966). *Selected Writings*. In P.P. Wiener (Edited). New York: Dover.
- Raviolo, A. (2009). Modelos analogías y metáforas en la enseñanza de la química. *Revista Educación química*, 20, 1, 55-60.
- Schwab, J.J. (1962). *The teaching of science as inquiry*. Harvard University Press: Cambridge.
- Thomas, G. y C. McRobbie (1999). The potential of metaphor for investigating and reforming teachers and students classroom practices. *Educational Practice and Theory*, 21, 2, 87-102.
- Tobin, K. (1990). Changing metaphors and beliefs: a master switch for teaching. *Theory into Practice*, 29, 2, 122-127.
- Tversky, B. (2005). Prolegomena to scientific visualizations. In Gilbert J.K. (ed.). *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Van Berkel, B; De Vos W.; Verdonk, A. H. y Pilot A. (2000). Normal Science Education and its Dangers: The Case of School Chemistry. *Science & Education*, 9, 1-2, 123-159.
- Woolley R.G. (1985). The Molecular Structure Conundrum. *Journal of Chemical Education*, 62, 1082-1084.